

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10. 9. 2004

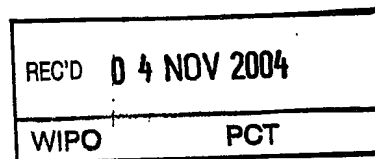
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   9 月   8 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 1 5 9 8 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 1 5 9 8 7 ]

出   願   人            三 菱 住 友 シ リ コ ン 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

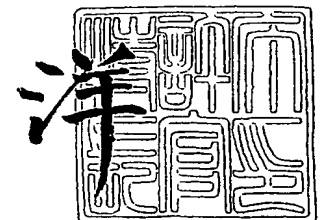


**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 0 月 2 1 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2003M017  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/265  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内  
    【氏名】 遠藤 昭彦  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内  
    【氏名】 森本 信之  
【特許出願人】  
    【識別番号】 302006854  
    【氏名又は名称】 三菱住友シリコン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100094215  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 安倍 逸郎  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 037833  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

活性層用ウェーハの所定深さ位置に軽元素をイオン注入し、前記活性層用ウェーハにイオン注入領域を形成するイオン注入工程と、

その後、イオン注入された活性層用ウェーハと、 $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$  を超える量のボロンを含有した p 型の支持基板用ウェーハとを、絶縁膜を介在して貼り合わせ、貼り合わせウェーハを形成する貼り合わせ工程と、

該貼り合わせウェーハを熱処理し、前記イオン注入領域内に軽元素バブルを形成させることで、前記所定深さ位置から活性層用ウェーハの一部を剥離し、活性層を形成する剥離工程とを備えた貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 2】**

前記貼り合わせ工程の前に、前記支持基板用ウェーハの少なくとも貼り合わせ側の面とは反対側の面に、酸化膜を形成した請求項 1 に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 3】**

前記貼り合わせ工程の前に、水素ガスを含む還元ガス雰囲気中で、前記支持基板用ウェーハに対して  $1100^\circ\text{C}$  以上のアニール処理を施す請求項 1 に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】貼り合わせ基板の製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、貼り合わせ基板の製造方法、詳しくは活性層の金属不純物による汚染度の低減が図れ、支持基板用ウェーハのスリップを抑制する十分な強度を有し、薄膜の活性層のLPD評価の精度も高まるスマートカット法を利用した貼り合わせ基板を安価に製造する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デバイスの高集積化などに伴い、活性層の薄膜化（ $0.05\mu\text{m}$ 未満）が進んでいる。これを実現するSOI（silicon on insulator）構造を有した半導体基板を製造する方法として、特許文献1に記載されたスマートカット法が開発されている。

これは、酸化膜が形成され、水素を所定深さ位置にイオン注入した活性層用ウェーハと、支持基板用ウェーハとを室温で貼り合わせ、その後、得られた貼り合わせウェーハを熱処理炉に挿入して $500^{\circ}\text{C}$ 、30分間熱処理し、そのイオン注入領域から活性層用ウェーハの一部を剥離し、続いて貼り合わせウェーハに貼り合わせ強度を増強する貼り合わせ熱処理を施す方法である。これにより、支持基板用ウェーハと活性層との間に埋め込みシリコン酸化膜を介在した貼り合わせSOI基板が得られる。貼り合わせ熱処理では、酸素を雰囲気ガスとする $1100^{\circ}\text{C}$ 、2時間の熱処理が施される。

【特許文献1】特開平5-211128号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、活性層用ウェーハおよび活性層には、水素イオン注入工程および貼り合わせ熱処理工程などの高温プロセスにおいて若干量の金属不純物が混入する。金属不純物のうちFe、Cuなどは、貼り合わせ後の熱処理時に埋め込みシリコン酸化膜を透過し、支持基板用ウェーハ内まで拡散される。この現象を応用し、支持基板用ウェーハにおいて金属不純物の一部を捕獲する、例えば特許文献2に記載されたIG（Intrinsic Gettering）法が知られている。

特許文献2では、支持基板用ウェーハに比抵抗 $10\Omega\text{cm}$ 、酸素濃度 $1\times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 程度のn型のシリコンウェーハを用いる。このウェーハをアニールすることにより、酸素析出物を形成し、この析出物より埋め込みシリコン酸化膜を透過したFe、Cuなどの金属不純物を支持基板用ウェーハ内で捕獲する。その結果、活性層の金属不純物の汚染度を低減させることができる。また、支持基板用ウェーハの裏面に多結晶シリコンを形成したり、酸化膜直下に高濃度のリン（P）を熱拡散によりドーピングし、析出物と同様のゲッタリング効果を得ることもできる。

また、貼り合わせ熱処理時には、 $1100^{\circ}\text{C}$ という高温で熱処理される。そのため、支持基板用ウェーハの支持側の面にスリップが発生し易かった。これを改善するために貼り合わせウェーハがセラミックス製の環状のサセプタ、または、環状のウェーハ保持部を有するウェーハボートなどのウェーハ支持治具により支持される方法が用いられる。しかしながら、コスト的問題が存在していた。

【0004】

さらに、近年では、活性層が $0.05\mu\text{m}$ 未満（例えば $0.02\mu\text{m}$ ）、埋め込みシリコン酸化膜が $0.15\mu\text{m}$ 程度まで薄膜化している。そのため、パーティクルカウンタにより活性層の表面欠陥（COPなど）を測定するLPD（Light Point Defect）評価時において、マイクロボイドを疑似欠陥として検出するおそれがあった。ここでいうマイクロボイドとは、シリコン酸化膜と支持基板用ウェーハとの間に存在する微細な空隙（支持基板用ウェーハの張り合わせ界面に露出したCOPなど）を意味する。

このように、マイクロボイドを疑似欠陥として検出するのは、測定用のレーザ光が薄膜の活性層と埋め込みシリコン酸化膜とを透過するためである。その結果、LPD評価の信頼性が低下していた。

#### 【0005】

このような疑似欠陥の問題を解消するため、例えば特許文献3に記載されたCOPが存在しないシリコンウェーハを利用することが考えられる。

特許文献3では、CZ法における引き上げ速度を $0.8\text{ mm/min}$ 以下としてシリコン単結晶インゴットを育成する。この場合、シリコン引き上げ速度および引き上げの熱的環境を最適化して育成することで、引き上げ界面で取り込まれる格子間シリコンと空孔が対消滅する。これにより、空孔が凝縮して形成されるCOPが存在できなくなり、COPフリーのシリコン単結晶インゴットを得ることができる。このようにCOPが存在しないシリコンウェーハを支持基板用ウェーハに用いれば、マイクロボイドは発生しなくなる。

しかしながら、低速引き上げウェーハは引き上げ速度 $1.0\text{ mm/min}$ 以上の高速引き上げウェーハに比べて引き上げに長時間を要し、歩留りも小さくなる。その結果、貼り合わせSOI基板の製造コストが高騰するおそれがあった。

【特許文献2】特開平9-326396号公報

【特許文献3】特開平2-267195号公報

#### 【0006】

この発明は、活性層の金属不純物による汚染度が低減され、支持基板用ウェーハのスリップを抑制することができ、薄膜の活性層のLPD評価の信頼性も高まる貼り合わせ基板を、スマートカット法を採用して安価に製造することができる貼り合わせ基板の製造方法を提供することを、その目的としている。

また、この発明は、基板製造工程中、支持基板用ウェーハの裏面からのボロンのオートドーピングを抑制することができる貼り合わせ基板の製造方法を提供することを、その目的としている。

【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

請求項1に記載の発明は、活性層用ウェーハの所定深さ位置に軽元素をイオン注入し、前記活性層用ウェーハにイオン注入領域を形成するイオン注入工程と、その後、イオン注入された活性層用ウェーハと、 $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ を超える量のボロンを含有したp型の支持基板用ウェーハとを、絶縁膜を介在して貼り合わせ、貼り合わせウェーハを形成する貼り合わせ工程と、該貼り合わせウェーハを熱処理し、前記イオン注入領域内に軽元素バブルを形成させることで、前記所定深さ位置から活性層用ウェーハの一部を剥離し、活性層を形成する剥離工程とを備えた貼り合わせ基板の製造方法である。

#### 【0008】

請求項1に記載の発明によれば、活性層用ウェーハまたは活性層に含まれる金属不純物のうち、拡散により埋め込み絶縁膜を透過可能なFe、Cuなどが、埋め込み絶縁膜を介して支持基板用ウェーハ中のボロンに捕獲される。また、支持基板用ウェーハに存在し、埋め込み絶縁膜を透過して活性層用ウェーハまたは活性層に移動可能なFe、Cuなども、同様にボロンに捕獲される。もちろん、支持基板用ウェーハ中の他の金属不純物もボロンに捕獲される。その結果、活性層の金属不純物による汚染度の低減を図ることができる。

#### 【0009】

また、インゴットの結晶中には、不純物であるボロンが高濃度に存在する。そのため、支持基板用ウェーハの強度が高まり、熱処理時の支持基板用ウェーハのスリップを防止することができる。支持基板用ウェーハのスリップ防止効果は、直径が $300\text{ mm}$ を超える貼り合わせ基板において重要視される。

しかも、支持基板用ウェーハ用のインゴット（例えばシリコン単結晶インゴット）の引き上げ時、結晶中にはボロンが $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ を超える量含まれている。このレベルまでボロンが添加されると、インゴットの引き上げ時、引き上げ速度を0

5mm/min以下としなくても、結晶中のOSF (Oxidation Induced Stacking Fault) リングが収縮する。これは、ボロン濃度の増大に伴い、格子間シリコンの熱平衡濃度が増大するという理由による。その結果、結晶欠陥が存在しないインゴットが得られる。

#### 【0010】

$9 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> を超えるボロンを含むインゴットをスライスした支持基板用ウェーハには、上述したOSFリングの収縮により結晶欠陥が存在しない。したがって、例えば活性層と埋め込みシリコン酸化膜とが、LPD評価用のレーザ光をそれぞれ透過する程度まで薄膜化されても、LPD評価時に埋め込み絶縁膜と支持基板用ウェーハとの間に存在するマイクロボイドを疑似欠陥として検出することがない。その結果、活性層のLPD評価の信頼性を高めることができる。

しかも、上述したようにこの発明の貼り合わせ基板は、支持基板用ウェーハ用のインゴットの引き上げ時、結晶中に  $9 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> を超える量のボロンを添加するだけで得られる。その結果、上記効果を有する貼り合わせ基板を低コストで製造することができる。

#### 【0011】

活性層用ウェーハおよび支持基板用ウェーハの種類としては、例えば単結晶シリコンウェーハ、ゲルマニウムウェーハ、炭化ケイ素ウェーハなどを採用することができる。

絶縁膜としては、例えば酸化膜、窒化膜などを採用することができる。

絶縁膜の厚さは、例えば0.2 μm未満、好ましくは0.1~0.2 μmである。

活性層の厚さは限定されない。例えば、厚膜の活性層では1~50 μmである。また、薄膜の活性層では0.01~1 μmである。

#### 【0012】

支持基板用ウェーハのボロン濃度が  $9 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下 (比抵抗  $\rho \leq 10 \text{ m}\Omega\text{cm}$ ) では、スリップ抑制効果が低減する。特に300mm SOIウェーハでは、高価なリング支持ポートを使用しなければ、1100℃以上の貼り合わせでスリップが発生する。支持基板用ウェーハの好ましいボロン濃度は  $1 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup> を超える値 ( $\rho > 5 \text{ m}\Omega\text{cm}$ ) である。

#### 【0013】

軽元素としては、例えば水素 (H) の他、希ガスの元素であるヘリウム (He)、ネオン (Ne)、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe)、ラドン (Rn) などでもよい。これらは単体または化合物でもよい。

イオン注入時の軽元素のドーズ量は限定されない。例えば  $2 \times 10^{16} \sim 8 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>2</sup> である。

軽元素のイオン注入時の加速電圧は、50 keV以下、好ましくは30 keV以下、さらに好ましくは20 keV以下である。軽元素のイオン注入は、低加速電圧ほど目標深さに軽元素を集中させることができる。

剥離時の貼り合わせウェーハの加熱温度は400℃以上、好ましくは400~700℃、さらに好ましくは450~550℃である。400℃未満では、活性層用ウェーハにイオン注入された軽元素から軽元素バブルを形成することが難しい。また、700℃を超えると、活性層内に酸素析出物が形成されてしまいデバイス特性の低下を招くおそれがある。

#### 【0014】

剥離時の炉内雰囲気は、非酸化性ガス (窒素、アルゴンなどの不活性ガス) の雰囲気でもよい。また、真空中でもよい。

剥離時の貼り合わせウェーハの加熱時間は1分間以上、好ましくは10~60分間である。1分間未満では、貼り合わせウェーハにイオン注入された軽元素をバブル化することが困難になる。

剥離工程後、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ熱処理の強度を高める貼り合わせ熱処理を施してもよい。この際の加熱温度は、例えば1100℃、2時間

である。熱酸化炉内の雰囲気ガスとしては、酸素などを採用することができる。

【0015】

支持基板用ウェーハは多量のボロンが存在する。そのため、貼り合わせ後の熱処理時において、ボロンの拡散による活性層用ウェーハまたは活性層のボロン汚染が考えられる。しかしながら、例えばシリコン酸化物である絶縁膜には、シリコンと比較して固溶度が大きい支持基板用ウェーハ中のボロンが捕獲される。これにより、ボロン汚染は抑制される。

【0016】

請求項2に記載の発明は、前記貼り合わせ工程の前に、前記支持基板用ウェーハの少なくとも貼り合わせ側の面とは反対側の面に、酸化膜を形成した請求項1に記載の貼り合わせ基板の製造方法である。

【0017】

請求項2に記載の発明によれば、貼り合わせ後の熱処理時、その熱により支持基板用ウェーハの裏面付近に存在するボロンが、そのウェーハ裏面から蒸発しようとする。しかしながら、支持基板用ウェーハの裏面には、予め貼り合わせの前にボロンのゲッタリングサイトとなる酸化膜が形成されている。そのため、支持基板用ウェーハからのボロンの蒸発は抑制される。これにより、活性層用ウェーハの表面または活性層の表面へのボロンの回り込みを原因としたオートドーピングを防止することができる。

【0018】

酸化膜としては、例えば支持基板用ウェーハがシリコンウェーハの場合、シリコン酸化膜を採用することができる。

酸化膜が形成されるのは、支持基板用ウェーハの裏面だけでもよい。または、支持基板用ウェーハの表裏両面でもよい。

酸化膜を形成する時期は、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとを貼り合わせる前であれば限定されない。

酸化膜の厚さは、例えば0.1～0.5  $\mu\text{m}$ である。0.1  $\mu\text{m}$ 未満ではオートドーピング抑制効果が得られない。また、0.5  $\mu\text{m}$ を超えると成膜時間が長くなりコストが高くなる。酸化膜の好ましい厚さは0.2～0.4  $\mu\text{m}$ である。

活性層用ウェーハの裏面の酸化膜は、貼り合わせ基板の製造後、HF溶液によりエッチングしてもよい。また、酸化膜を残存させたまま出荷してもよい。

【0019】

請求項3に記載の発明は、前記貼り合わせ工程の前に、水素ガスを含む還元ガス雰囲気中で、前記支持基板用ウェーハに対して1100℃以上のアニール処理を施す請求項1に記載の貼り合わせ基板の製造方法である。

【0020】

請求項3に記載の発明によれば、貼り合わせの前に、支持基板用ウェーハに1100℃以上の水素ガスを含む還元ガス雰囲気でのアニール処理を施す。これにより、支持基板用ウェーハの表裏両面付近に存在するボロンの外方拡散が促進され、そのウェーハ表裏両面から蒸発して消失する。その結果、貼り合わせ後の熱処理時、活性層用ウェーハの表面または活性層の表面に対する支持基板用ウェーハ中のボロンのオートドーピングが防止される。

【0021】

アニール処理の時期は、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ前であれば限定されない。

水素を除く還元ガスとしては、例えば一酸化炭素ガス、二酸化硫黄ガスなどを採用することができる。

アニール温度が1100℃未満では、ボロンの拡散係数が小さくなりウェーハ表裏両面付近のボロンが外方拡散されない。貼り合わせウェーハの好ましいアニール温度は1100～1200℃である。

アニール時間は、例えば0.1～5時間である。支持基板用ウェーハの好ましいアニール

ル時間は0.1～1時間である。

【発明の効果】

【0022】

請求項1に記載の発明によれば、支持基板用ウェーハに $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ を超えるボロンが含まれている。そのため、貼り合わせ後の熱処理時、活性層用ウェーハまたは活性層に含まれる金属不純物のうち、外方拡散により埋め込み絶縁膜を透過可能なFe、Cuと、支持基板用ウェーハ中の金属不純物とが、ゲッターリングサイトとなるボロンに捕獲される。その結果、活性層の金属不純物による汚染度を低減することができる。

【0023】

また、インゴットの結晶中にボロンが高濃度に存在するので、支持基板用ウェーハの強度が高まり、熱処理時の支持基板用ウェーハのスリップを防止することができる。

さらに、支持基板用ウェーハに結晶欠陥が存在しないので、活性層と埋め込みシリコン酸化膜とが薄膜化されても、LPD評価時に埋め込み絶縁膜と支持基板用ウェーハとの間に存在するマイクロボイドを疑似欠陥として検出せず、活性層のLPD評価の信頼性が高まる。

しかも、このような貼り合わせ基板は、支持基板用ウェーハ用のインゴットの引き上げ時、結晶中に $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ を超える量のボロンを添加すれば得られるので、上記効果を有する貼り合わせ基板を低コストで製造することができる。

【0024】

請求項2に記載の発明によれば、貼り合わせ工程の前に、支持基板用ウェーハの少なくとも貼り合わせ側の面とは反対側の面に酸化膜を形成したので、貼り合わせ後の熱処理時に支持基板用ウェーハの裏面からのボロンの蒸発を抑制することができる。その結果、活性層用ウェーハの表面または活性層の表面へのボロンの回り込みを原因としたオートドーピングを防止することができる。

【0025】

請求項3の発明によれば、貼り合わせの前に、支持基板用ウェーハに1100℃以上の水素ガスを含む還元ガス雰囲気でのアニール処理を施すので、支持基板用ウェーハの表裏両面付近に存在するボロンが蒸発により消失する。その結果、貼り合わせ後の熱処理時、活性層用ウェーハの表面または活性層の表面へのボロンのオートドーピングを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0027】

ボロンが $2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ と低濃度に添加されたp型のシリコン単結晶インゴットをCZ法により引き上げる。引き上げ速度は、1.0mm/minである。その後、シリコン単結晶インゴットに、ブロック切断、スライス、面取り、鏡面研磨などを施す。これにより、厚さ725μm、直径200mm、面方位(100)面、比抵抗約10Ωcm、p型の鏡面仕上げされた活性層用ウェーハ10が得られる(図1(a))。

一方、ボロンが $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ と高濃度に添加されたp型のシリコン単結晶インゴットをCZ法により引き上げる。その後、シリコン単結晶インゴットに、ブロック切断、スライス、面取り、鏡面研磨などを施す。これにより、厚さ725μm、直径200mm、面方位(100)面、比抵抗約8mΩcm、p型の鏡面仕上げされた支持基板用ウェーハ20が得られる(図1(b))。

【0028】

その後、活性層用ウェーハ10を熱酸化装置に挿入し、酸素ガス雰囲気中で熱酸化処理を施す。これにより、活性層用ウェーハ10の露出面の全域に、厚さ0.15μmのシリコン酸化膜10aが形成される。熱処理条件は1000℃、7時間である(図1(c))。



次に、活性層用ウェーハ10の鏡面仕上げされた表面から所定深さ位置に、中電流イオン注入装置を使用し、50keVの加速電圧で水素をイオン注入する。これにより、活性層用ウェーハ10に、水素イオン注入領域10bが形成される(図1(c))。このときのドーズ量は、 $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ である。

#### 【0029】

続いて、活性層用ウェーハ10の表面と支持基板用ウェーハ20の鏡面とを貼り合わせ面(重ね合わせ面)とし、シリコン酸化膜10aを介して、例えば真空装置内で公知の治具により、両ウェーハ10、20を貼り合わせて貼り合わせウェーハ30を作製する(図1(d))。このとき、活性層用ウェーハ10と支持基板用ウェーハ20とが、シリコン酸化膜10aを介して接合し、この接合部分のシリコン酸化膜10aが埋め込みシリコン酸化膜(絶縁膜)30aとなる。

#### 【0030】

それから、貼り合わせウェーハ30を図示しない剥離熱処理装置に挿入し、500℃の炉内温度、窒素ガスの雰囲気中で熱処理する(図1(e))。熱処理時間は30分間である。この熱処理により、支持基板用ウェーハ20の貼り合わせ界面に活性層10Aを残し、活性層用ウェーハ10が水素イオン注入領域10bから剥離する。剥離された活性層用ウェーハ10の残部は、支持基板用ウェーハ20として再使用する(図1(e))。

#### 【0031】

剥離後、貼り合わせウェーハ30に対して、窒素ガスの雰囲気中で1150℃、2時間の貼り合わせ熱処理を施す。これにより、活性層用ウェーハ10と支持基板用ウェーハ20との貼り合わせ強度が増強される(図1(f))。

次いで、活性層10Aの表面に研磨装置による研磨を施すとともに、俗に犠牲酸化と称される処理を活性層10Aの表面に施す。犠牲酸化とは、まず貼り合わせウェーハ30を熱酸化処理炉に挿入し、酸化性ガスの雰囲気中で貼り合わせウェーハ30を1000℃、7時間熱処理する。これにより、水素イオン注入時のダメージ部分を含めて活性層10Aの表面に厚さ0.15μmの図示しないシリコン酸化膜が形成される。その後、浸漬法により、活性層10Aの表面にHF洗浄液を接触させ、このシリコン酸化膜を溶失させる。その際、剥離時に面あれした活性層10Aの表層部分がシリコン酸化膜とともに除去される。

こうして、スマートカット法による貼り合わせSOI基板(貼り合わせ基板)が作製される(図1(g))。

#### 【0032】

このように、支持基板用ウェーハ20用のシリコン単結晶インゴットの引き上げ時、結晶中にはボロンが $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ と高濃度に含まれている。そのため、引き上げ速度を0.5mm/min以下まで低速化せず、引き上げ速度1.0mm/minという高速度でも引き上げ結晶中のOSFリングが収縮する。その結果、結晶欠陥が存在しないインゴット、ひいては結晶欠陥が存在しない支持基板用ウェーハ20を得ることができる。

これにより、高スループットで、歩留りも大きく支持基板用ウェーハ20を作製することができる。しかも、実施例1では支持基板用ウェーハ20用のシリコン単結晶インゴット中のボロン濃度を増大させる他は、公知のスマートカット法に則って作製すればよい。その結果、上記効果を有する貼り合わせSOI基板を低コストで製造することができる。

#### 【0033】

貼り合わせ後の熱処理時には、活性層用ウェーハ10または活性層10Aに含まれる金属不純物のうち、拡散により埋め込みシリコン酸化膜30aを透過可能なFe、Cuなどの他、支持基板用ウェーハ20中の金属不純物も、ボロンに捕獲される。このように、支持基板用ウェーハ20にはゲッタリングサイトとなるボロンが多量に存在することから、活性層用ウェーハ10または活性層10A中の一部の金属不純物、加えて支持基板用ウェーハ20中の金属不純物も十分に捕獲することができる。その結果、活性層10Aの金属不純物による汚染度の低減を図ることができる。

## 【0034】

また、支持基板用ウェーハ20には、このように不純物であるボロンが高濃度に存在している。そのため、支持基板用ウェーハ20の強度が高まり、熱処理時の支持基板用ウェーハ20のスリップを防止することができる。

しかも、ボロンを $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ まで高濃度に含む支持基板用ウェーハ20には、結晶欠陥が存在しない。したがって、例えば活性層10Aと埋め込みシリコン酸化膜30aとが、LPD評価用のレーザ光をそれぞれ透過する程度まで薄膜化されても、従来のように埋め込みシリコン酸化膜30aと支持基板用ウェーハ20との間に、マイクロボイド40が形成されない(図2(a), (b))。そのため、LPD評価時において、従来のようにマイクロボイド40を疑似欠陥として検出されない。その結果、活性層10AのLPD評価の信頼性を高めることができる。

## 【0035】

また、貼り合わせ工程の前に、支持基板用ウェーハ20に例えばCVD装置によりシリコン酸化膜を形成し、支持基板用ウェーハ20のボロンが、貼り合わせ熱処理工程以降の熱処理時に、活性層用ウェーハ20の表面または活性層10Aの表面にオートドーピングされるのを抑制するようにしてもよい。

すなわち、貼り合わせ後の熱処理時には、その熱により支持基板用ウェーハ20の裏面からボロンが蒸発しようとする。しかしながら、支持基板用ウェーハ20の裏面には、予めボロンのゲッタリングサイトとなるシリコン酸化膜が形成されている。そのため、支持基板用ウェーハ20の裏面からのボロンの蒸発が抑制される。その結果、活性層用ウェーハ10の表面または活性層10Aの表面へのボロンの回り込みを原因としたオートドーピングが防止される。

## 【0036】

さらに、オートドーピングを防止する他の手段として、例えば貼り合わせ工程の前に、水素ガス雰囲気、支持基板用ウェーハ20に対して1100℃以上のアニール処理を施してもよい。なお、水素ガスに代えて、他の還元ガス雰囲気でもよい。これにより、支持基板用ウェーハ20の表裏両面付近のボロンの外方拡散が促進され、支持基板用ウェーハ20に含まれたボロンがそのウェーハ表裏両面から蒸発し、消失する。その結果、貼り合わせ後の熱処理時のオートドーピングを防止することができる。

## 【0037】

ここで、実際に本発明法および従来法について、貼り合わせSOI基板における支持基板用ウェーハの裏面のスリップの有無と、活性層面内のLPDの分布とについて、比較調査した結果を報告する。

スリップの評価方法としては、X線トポグラフ(XRT)法を採用した。また、LPDの分布の評価としては、レーザー装置による欠陥評価を採用した。その結果を表1に示す。

## 【0038】

【表 1】

	支持基板用ウェーハ のB濃度	支持基板用ウェーハ のCOPの有無	支持基板用ウェーハのスリップ 発生の有無	薄膜SOI層のLPD面内分布
比較例 1	$2 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ (15 $\Omega \text{cm}$ )	あり	×	ウェーハ中心部に多く、支持基板 用ウェーハのCOP分布と一致
比較例 2	$4 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ (15 m $\Omega \text{cm}$ )	ウェーハ中心部 にあり	×	ウェーハ中心部に多く、支持基板 用ウェーハのCOP分布と一致
試験例 1	$9 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ (10 m $\Omega \text{cm}$ )	なし	○	特異な分布なし
試験例 2	$1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ (5 m $\Omega \text{cm}$ )	なし	○	特異な分布なし

B: ボロン、

スリップ発生の有無: スリップ長 20 mm 未満で (○), スリップ長 20 mm 以上で (×)

## 【0039】

表 1 のグラフから明らかなように、試験例 1 および試験例 2 はいずれも支持基板用ウェーハの裏面に 20 mm 以上のスリップが発生せず、しかも活性層面内の LPD も特異な分布はなく、比較例 1 に比べて改善された。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0040】

【図 1】 この発明の実施例 1 に係る貼り合わせ基板の製造方法を示すフローシートである。

【図 2】 (a) 従来手段に係る貼り合わせ基板の製造方法により得られた貼り合わせ基板の LPD 評価試験中を示す要部拡大断面図である。(b) この発明の実施例 1 に係る貼り合わせ基板の製造方法により得られた貼り合わせ基板の LPD 評価試験中を示す要部拡大断面図である。

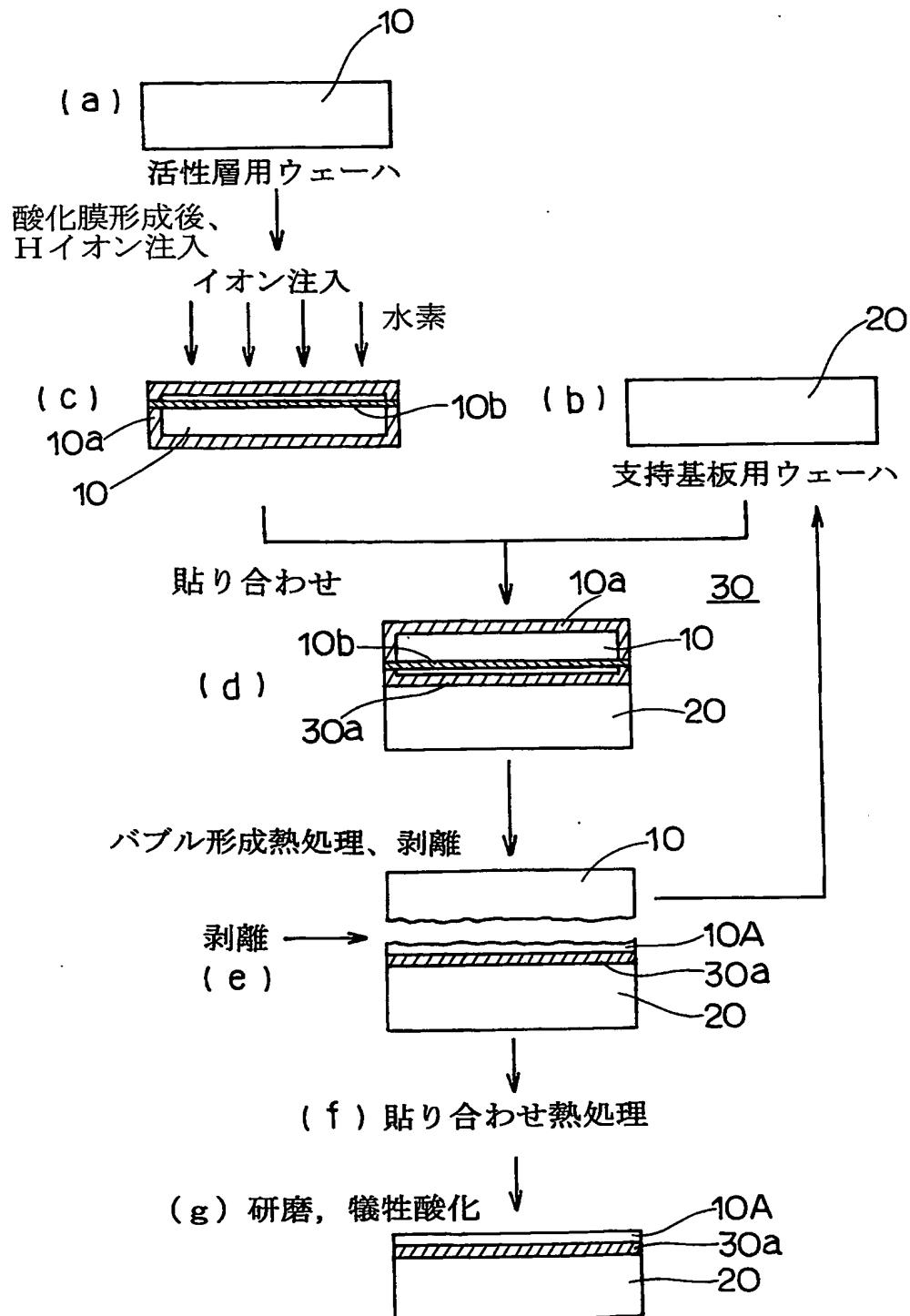
## 【符号の説明】

## 【0041】

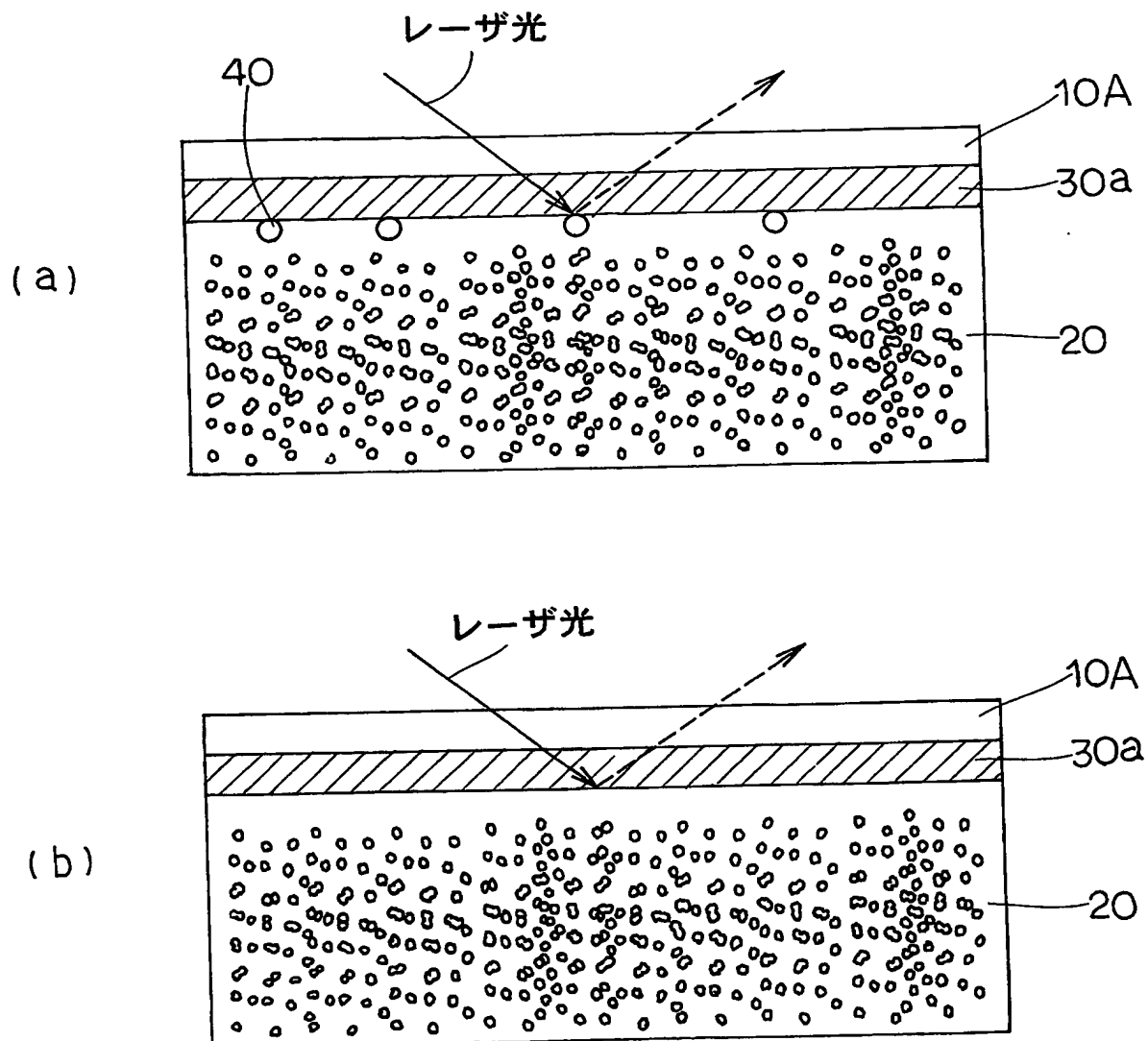
- 10 活性層用ウェーハ、
- 10a シリコン酸化膜 (絶縁膜)、
- 20 支持基板用ウェーハ、
- 10b 水素イオン注入領域 (イオン注入領域)、
- 10A 活性層、
- 30 貼り合わせウェーハ。

【書類名】 図面

【図 1】



【図2】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

## 【課題】

活性層の金属不純物による汚染度が低減し、支持基板用ウェーハのスリップを抑制し、活性層のLPD評価の信頼性も高まる貼り合わせ基板をスマートカット法により安価に製造可能な貼り合わせ基板の製造方法を提供する。

## 【解決手段】

支持基板用ウェーハ20が $9 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ を超えるボロンを含むので、貼り合わせ熱処理時に活性層用ウェーハ10中の一部の金属不純物とウェーハ20の金属不純物とがボロンに捕獲される。その結果、活性層10Aの金属汚染を低減できる。しかも、ウェーハ20の強度が高まりウェーハ20のスリップを防げる。ウェーハ20にはCOPがないので、活性層10AのLPD評価時、マイクロボイド40を検出せず、評価の信頼性が高まる。さらに、このような貼り合わせ基板を低コストで製造できる。

## 【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-315987
受付番号	50301487661
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 9月 9日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 9月 8日

特願 2003-315987

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[302006854]

1. 変更年月日

2002年 1月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝浦一丁目2番1号

氏 名

三菱住友シリコン株式会社